

3/6

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-111800

(43)Date of publication of application : 13.04.1992

(51)Int.Cl.

B26F 3/00  
C03B 33/00

(21)Application number : 02-229891

(71)Applicant : NIPPON SEKIEI GLASS KK  
YAMAGUCHI NIPPON SEKIEI  
KK

(22)Date of filing : 31.08.1990

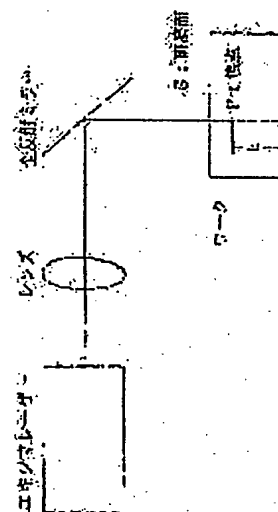
(72)Inventor : KUZUU SHIN

## (54) CUTTING WORK PROCESS OF TRANSPARENT MATERIAL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To carry out a cutting work on a transparent material into a complex configuration by radiating a high energy beam, which is not absorbed into the transparent material, inside of the transparent material while focusing the beam.

CONSTITUTION: A high energy beam, which is not absorbed into a transparent material, is radiated inside of the transparent material through an optical system constituted from lenses or mirrors while focusing the high energy beam. Thereby, an extremely small crack of not more than several ten microns is generated at a point where the high energy beam has been radiated. While moving the radiating position by this high energy beam, the consecutive crack is generated in the transparent material so that a cutting work on the transparent material can be carried out.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

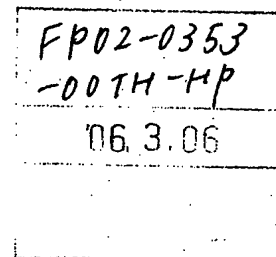
[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-111800

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)4月13日

B 26 F 3/00  
C 03 B 33/00

Z 8709-3C  
9041-4G

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全3頁)

⑮ 発明の名称 透明材料の切断加工方法

⑯ 特 願 平2-229891

⑰ 出 願 平2(1990)8月31日

⑱ 発 明 者 葛 生 伸 山口県新南陽市政所4丁目10番3の415号  
⑲ 出 願 人 日本石英硝子株式会社 東京都中央区京橋3丁目2番4号  
⑲ 出 願 人 山口日本石英株式会社 東京都中央区京橋3丁目2番4号  
⑳ 代 理 人 弁理士 浅野 豊司

明 細 書

# 1 発明の名称

透明材料の切断加工方法

## 2 特許請求の範囲

(1) 透明材料に吸収されない高エネルギービームを透明材料内部に焦点を結ばせて照射することを特徴とする透明材料の切断加工方法。

(2) 特許請求の範囲第1項において、透明材料の下側に高エネルギービームの焦点を合せ、次に、上方に焦点を移動させる透明材料の切断加工方法。

(3) 特許請求の範囲第1項ないし第2項のいずれかにおいて、透明材料は石英ガラスである透明材料の切断加工方法。

(4) 特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかにおいて、高エネルギービームはエキシマレーザである透明材料の切断加工方法。

## 2. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、石英ガラスなどの種々の透明材料を

切断加工する方法に関する。

[従来の技術]

従来、石英ガラスなどの種々の透明材料を切断加工する方法として、バンドソーや内周刀などの直線的な切断機や、コアドリル、円筒研削機などの円形の加工機械が使用され直線状または、円筒状の加工がおこなわれている。

また、不定形の切断加工には炭酸ガスレーザを使用したレーザ加工機等が使用されている。

[発明が解決しようとする課題]

従来の切断加工機械のバンドソーや、内周刀などでは直線的な切断加工のみであり、また、コアドリル、円筒研削機などの円形の加工機械は、円筒形の切断のみであり、複雑な加工には使用できなかった。炭酸ガスレーザを利用したレーザ切断機では、炭酸ガスレーザビームの波長はガラスを透過しないため、材料表面部に集光し表面より熔断して行くが、この場合熔断表面より内部へ進行するに従って、熔断面のピットによりレーザビームがさえぎられるので、熔断する厚さに対し限度

があり、現状では10mm程度が限界である。

本発明は、石英ガラスなどの透明材料を複雑な形状に切断加工することを目的とし、被加工物の厚みに影響を受けず、厚板であっても自由な切断加工を可能とすることを目的としている。

#### 【課題を解決するための手段】

そこで、本発明は、石英ガラスなどの透明材料に吸収されない高エネルギービームを透明材料内部に焦点を結ばせて照射し、透明材料内部に微小なクラックを発生させることによって透明材料を切断加工しようとするものである。

透明材料としては、例えば、光学ガラス、石英ガラスなどの無機ガラス、アクリル樹脂などの透明樹脂等が挙げられる。

高エネルギービームとしては、XeF (351 nm), XeCl (308 nm), KrF (248 nm), ArF (193 nm) 等のエキシマレーザや、YAGレーザ及びその高調波等が挙げられる。

透明材料の高エネルギービームに対する吸収特

性により、高エネルギービームの照射された個所に数十ミクロン以下の微小なクラックが発生する。高エネルギービームの照射位置を移動させて、透明材料に連続的なクラックを発生させることによって透明材料を切断加工する。

クラックの発生について更に詳しく説明する。

固体中では、荷電子のエネルギー単位は帯状のいわゆるバンド構造をとっている。絶縁体ではバンドギャップ以下のフォトンエネルギーのフォトン、すなわち、長波長の光は吸収しない。

しかし、バンドギャップよりも低エネルギーの光でも、レンズで集光するなどしてフォトン密度を極端に高くすると、2個あるいは、それ以上のフォトンと同時に吸収することにより、電子が充満帯（エネルギーギャップよりエネルギーの低いエネルギーバンド）から伝導帯（エネルギーギャップよりエネルギーが高く、通常の状態では電子の存在しないエネルギーバンド）に励起される。

このように、フォトンと同時に2個吸収することを2光子吸収、さらに一般に複数個吸収するこ

性に応じて、適切な高エネルギービームを選択する必要がある。

高エネルギービームは、100Hz以上の高周波数の方が効率的である。

焦点の移動は、光学的に焦点位置を移動させても、また、ワークを移動させても良く、操作しやすい方法を適宜選択できる。

焦点は、最初ワークの下側にあわせ、それから上方に移動させるのが効率的である。最初に、ワークの上方に焦点を合わせると、切断部分により高エネルギービームが部分的に切断されてしまい作業効率が悪くなるからである。

高エネルギービームが通過する表面は研磨しておき、ビームが表面で散乱するのを防止し、焦点位置にビームが集中するようにするのが好ましい。

#### 【作用】

透明材料に吸収されない高エネルギービームを、レンズやミラーから構成される光学系を介して透明材料の内部に焦点を合せ、高エネルギービームを透明材料内部に照射する。すると、高エネルギー

ビームを多光子吸収という。

この発明においては、多光子吸収を利用して、バンドギャップよりエネルギーが低く、本来、吸収の起こらない波長の光を透明材料に吸収させることにより、透明材料の結合バンドを切断したり、あるいは、発熱を利用して微小なクラックを透明材料内部に発生させるのである。

石英ガラスでは、このバンドギャップは約9 eV (140 nm) である。石英ガラス中に不純物や欠陥構造が無い限り、バンドギャップよりも低エネルギー、すなわち、長波長の光は、通常吸収しない。

ここでエキシマレーザの波長とフォトンエネルギーを以下に示す。

種 類	波長(nm)	フォトンエネルギー(eV)	励起に必要な フォトン数
ArF	193	6.4	2
KrF	248	5.0	2
XeCl	308	4.0	3
XeF	351	3.5	3

したがって、エキシマレーザはすべて波長が $140\text{ nm}$ より長いので、通常は吸収が起きないはずである。しかし、前記の、多光子吸収によって吸収が起こり、このため結合ボンドの断裂あるいは発熱作用を生じ微細なクラックが内部に発生するのである。

荷電子を充満帯から伝導帯に励起するのに必要なフォトン数は、石英ガラスのバンドギャップ $9\text{ eV}$ を超えるために必要な個数である。

#### [実施例]

次に、本発明を実施例によってさらに詳しく説明する。

#### 実施例1

透明材料として $150 \times 150 \times 150\text{ mm}$ の合成石英ガラス( $\text{OH } 1300\text{ ppm}$ 含有)を使用し、高エネルギービームとしては、不安定共振器を用いたエキシマレーザ( $\text{KrF } 248\text{ nm}$  エネルギー密度  $50\text{ mJ/cm}^2$ ・パルス、くり返し周波数  $150\text{ Hz}$ )を使用し、焦点距離 $50\text{ mm}$ のレンズで集光し、ミラーで反射させ、上

の内部に発生する。これを連続させることによって透明材料を複雑な形状に切削加工できる。

焦点をワークの内部に結ばせているのでワークの厚みに影響を受けず、自由な形状に加工できる。

焦点の移動をコンピュータにプログラムしておくことによって、円錐形、ひょうたん型など、その形状は制約を受けないといつてよいものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の概念図である。

面を予め研削したワークである厚板の合成石英ガラスの内部にエキシマレーザビームの焦点を合せエキシマレーザをワークの上面から照射し、ワークを $3\text{ r.p.m.}$ の回転数で回転させながら、焦点の位置を $3\text{ mm/min}$ の速さでワーク底面より引き上げることににより、直径 $30\text{ mm}$ の円筒形の孔を開けた。

このとき、ワーク内部におけるエキシマレーザのビームの垂直方向の焦点位置は、レンズの位置を移動させることによって変化させた。

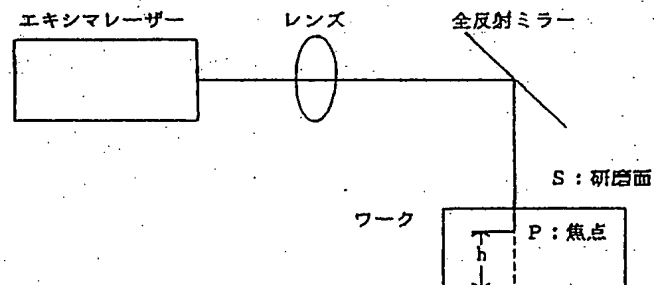
また、ワーク内部での焦点位置の水平方向の移動は、ワーク自体を水平方向に移動させることによっておこなった。

切削に当っては、焦点位置は、ワークの底面から上方向に移動させた。

#### [効果]

以上、述べてきたように、透明材料の内部に焦点をあわせ、透明材料に対し吸収の無い高エネルギービーム、例えば、石英ガラスに対しエキシマレーザを照射すると、微細なクラックが透明材料

図1



特許出願人 日本石英硝子株式会社

山口日本石英株式会社

代理人 弁理士 後野 豊司